



**Pablo Araujo**

**ESTUDO DAS ASSOCIAÇÕES DE RADIOLÁRIOS DO  
EOEOCENO E SUA RELAÇÃO COM OS EVENTOS CLIMÁTICOS  
GLOBAIS NA BACIA DE SANTOS, MARGEM CONTINENTAL  
LESTE BRASILEIRA.**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

(Bacharelado em Geologia)

UFRJ  
Rio de Janeiro  
2011



**Pablo Araujo**

**ESTUDO DAS ASSOCIAÇÕES DE RADIOLÁRIOS DO EOEOCENO E  
SUA RELAÇÃO COM OS EVENTOS CLIMÁTICOS GLOBAIS NA  
BACIA DE SANTOS, MARGEM CONTINENTAL LESTE BRASILEIRA.**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

(Bacharelado em Geologia)

UFRJ  
Rio de Janeiro  
2011



**Pablo Araujo**

**ESTUDO DAS ASSOCIAÇÕES DE RADIOLÁRIOS DO EOECENO E  
SUA RELAÇÃO COM OS EVENTOS CLIMÁTICOS GLOBAIS NA  
BACIA DE SANTOS, MARGEM CONTINENTAL LESTE BRASILEIRA.**

Trabalho de Conclusão de Curso de  
Graduação em Geologia do Instituto de  
Geociências, Universidade Federal do  
Rio de Janeiro – UFRJ, apresentado  
como requisito necessário para obtenção  
do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador(es):  
João Graciano Mendonça Filho (UFRJ)  
Valesca Portilla Eilert (UFRJ)

Rio de Janeiro  
Outubro de 2011

ARAÚJO, Pablo

Estudo das Associações de Radiolários do Eoceno E SUA Relação Com os Eventos Climáticos Globais na Bacia de Santos, Margem Continental Leste Brasileira. Pablo Araujo – Rio de Janeiro: UFRJ / IGeo, 2011. X, p. :43; 30cm

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, 2011.

Orientador(es): João Graciano Mendonça Filho e Valesca Portilla Eilert.

1. Geologia. 2. Paleontologia/Estratigrafia – Trabalho de Conclusão de Curso. I. João Graciano Mendonça Filho (UFRJ). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências.

**Pablo Araujo**

**ESTUDO DAS ASSOCIAÇÕES DE RADIOLÁRIOS DO EOEOCENO E  
SUA RELAÇÃO COM OS EVENTOS CLIMÁTICOS GLOBAIS NA  
BACIA DE SANTOS, MARGEM CONTINENTAL LESTE BRASILEIRA.**

Trabalho de Conclusão de Curso de  
Graduação em Geologia do Instituto de  
Geociências, Universidade Federal do Rio  
de Janeiro – UFRJ, apresentado como  
requisito necessário para obtenção do grau  
de Bacharel em Geologia.

Orientador(es):

João Graciano Mendonça Filho (UFRJ)

Valesca Portilla Eilert (UFRJ)

Aprovada em:

Por:

---

Orientador: João Graciano Mendonça Filho (UFRJ)

---

Orientadora: Valesca Portilla Eilert (UFRJ)

---

Aristóteles de Moraes Rios Netto (UFRJ)

---

Marta Cláudia Viviers (BPA-CENPES/PETROBRAS)

Rio de Janeiro  
Outubro de 2011

## **Agradecimentos**

À minha orientadora Prof. Dra. Valesca Portilla Eilert, que me ensinou a dar os primeiros passos na análise dos radiolários, pela sua orientação, extrema dedicação e paciência, e esclarecimentos em todo esse período de estudo.

Ao orientador Prof. Dr. João Graciano pelo auxílio técnico-científico, sem o qual este trabalho de conclusão de curso não se realizaria.

À geóloga Marta Claudia Viviers, coordenadora do projeto - Aplicação da Bioestratigrafia de Radiolários ao Refinamento Estratigráfico do Cretáceo e Paleógeno nas Bacias Brasileiras - e ao geólogo Oscar Strohschoen Junior, da gerência de Bioestratigrafia e Paleoecologia (BPA/CENPES/PETROBRAS) por possibilitarem a realização do estudo, bem como a divulgação dos resultados das análises do mesmo.

Ao técnico químico de petróleo Rogério da Silva Martins da Costa, responsável pelo Lab.MEV-BPA CENPES/PETROBRAS, por ter realizado as análises morfológicas por elétrons secundários e retroespalhados e microanálises por energia dispersiva de raios-x.

A Geóloga Thais Fidalgo pela ajuda imprescindível na finalização do texto.

À minha família, que durante estes anos sempre me incentivou a prosseguir para a conclusão deste curso.

E finalmente agradeço a Deus, que durante todos os anos de minha vida, escorou-me na benignidade.

## Resumo

ARAUJO, Pablo. Estudo das Associações de Radiolários do Eoceno e sua Relação com os Eventos Climáticos Globais na Bacia de Santos, Margem Continental Leste Brasileira. 2011. X, 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

A análise da ocorrência, bem como das estimativas numéricas de determinados táxons de radiolários, reconhecidos como indicadores paleoclimáticos, permitiu estabelecer, na área estudada, uma relação com os importantes eventos de mudanças climáticas globais, ocorridos na transição do Paleoceno / Eoceno. Este episódio, onde a temperatura média global oceânica subiu em torno de 5°C em um curto período de tempo, é conhecido como Máximo Termal do Paleoceno-Eoceno (Paleocene-Eocene Thermal Maximum - PETM) e evoluiu ao longo do Eoceno inicial, com temperaturas também elevadas, para um período conhecido como Ótimo Climático do Eoceno Inferior (Early Eocene Climatic Optimum - EECO). Amostras provenientes de testemunhos do projeto PS PETROBRAS (Poço 4 – Testemunho 1 e 2) apresentaram uma nítida dominância dos radiolários de baixas latitudes, entre os quais: *Amphicraspedum murrayanum*, *Amphicraspedum prolixum*, *Podocyrthis papalis*. Sendo assim, as associações típicas de águas frias e eutróficas, dominantes nas massas de água do Paleoceno, são abruptamente substituídas por associações de radiolários dominadas por táxons de ambientes oligotróficos e de massas de águas subtropicais-tropicais, provavelmente associados ao Ótimo Climático do Eoceno Inferior, na base do Eoceno Inferior.

Palavras-chave: radiolários, aquecimento global, Eoceno, PETM, EECO

### Abstract

ARAUJO, Pablo. Estudo das Associações de Radiolários do Eoceno e sua Relação com os Eventos Climáticos Globais na Bacia de Santos, Margem Continental Leste Brasileira. 2011. X, 43 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Analysis on the occurrence, as well as on the quantitative study of determined radiolarian taxa, recognized as good paleoclimatic indicators permitted to establish a correlation with important global events of climate changes that occurred close to the transition from the Paleocene to the Eocene. This episode, marked by an increase of approximately 5 ° C in the average ocean global temperature in a short period of time is known as the Palaeocene Eocene Thermal Maximum (PETM) and has continued during the Early Eocene also with high temperatures resulting in a period known as the Early Eocene Climatic Optimum (EECO). Samples from the testimonies of the project PS PETROBRAS (Well 4 – drillholes 1 and 2) showed a clear dominance of low latitudes radiolarians, such as *Amphicraspedum murrayanum*, *Amphicraspedum prolixum*, *Podocyrthis papalis*. Typical eutrophic cold-water assemblages that are dominant in the water masses of Paleocene and Early Eocene, are abruptly replaced by radiolarian assemblages dominated by oligotrophic environment taxa with and of tropical-subtropical waters, probably associated with the Early Eocene Climatic Optimum, in the Early Eocene.

Key-Words: radiolaria, global warming, Eocene, PETM, EECO



## Lista de figuras

- Figura 1 – Localização da Área de estudo – Bacia de Santos.  
HTTP://www.amprogas.com.br/site/ janeiro 2010 \_\_\_\_\_ 8
- Figura 2 - Carta estratigráfica da Bacia de Santos  
fonte: <<http://www.anp.gov.br>> outubro 2011 \_\_\_\_\_ 9
- Figura 3 – Zoneamento padrão para Radiolários do Paleógeno  
(Sanfilipo & Nigrini, 1998) \_\_\_\_\_ 22

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Avaliação quantitativa e qualitativa das amostras do Poço 4. \_\_\_\_\_12

Tabela 2 – Lista dos táxons identificados e suas ocorrências nos respectivos testemunhos. \_\_\_\_\_17

Tabela 3 – Análise quantitativa total dos Radiolários do Poço 4 - T1 e T2. \_\_\_\_\_24

Tabela 4 – Análise quantitativa comparada dos taxons *Amphicraspedum murrayanum*, *Amphicraspedum prolixum*, *Podocyrtis papalis*. \_\_\_\_\_26

## Sumário

|   |           |
|---|-----------|
| Agradecimentos  | v         |
| Resumo  | vi        |
| Abstract  | vii       |
| Lista de Figuras  | viii      |
| Lista de Tabelas  | ix        |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>  | <b>1</b>  |
| 1.1. Generalidades sobre os radiolários   | 2         |
| 1.2. Objetivos  | 3         |
| 1.3. Contexto Paleoclimático do Paleógeno   | 3         |
| 1.4. Trabalhos prévios  | 5         |
| <b>2. GEOLOGIA REGIONAL</b>   | <b>7</b>  |
| <b>3. MATERIAL</b>  | <b>10</b> |
| <b>4. METODOS</b>   | <b>13</b> |
| <b>5. RESULTADOS OBTIDOS</b>  | <b>16</b> |
| 5.1. Espécies de radiolários identificadas no Poço P4                               | 18        |
| 5.2. Sistemática das Espécies   | 17        |
| 5.3. Posicionamento estratigráfico do Poço 4 T1 e T2                                | 21        |
| 5.4. Análise Quantitativa dos Radiolários   | 23        |
| 5.5. Análise quantitativa das espécies indicadoras de águas quentes<br>(termófilas) | 25        |
| <b>6. INTEGRAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS</b>                                 | <b>27</b> |
| <b>7. SUGESTÃO PARA CONTINUIDADE EM ESTUDOS FUTUROS</b>                             | <b>29</b> |
| <b>8. BIBLIOGRAFIA</b>  | <b>30</b> |
| Apêndice  | 34        |

## 1. INTRODUÇÃO

Os eventos de mudanças climáticas globais, registrados na transição do Paleoceno Superior para o Eoceno Inferior, representam, em conjunto, um importante marco que originou mudanças importantes nas temperaturas dos mares e continentes, conhecido como *Máximo Termal do Paleoceno-Eoceno (PETM)*.

Este evento é caracterizado por um aumento abrupto da temperatura média global oceânica, em torno de 5°C, em um curto período de tempo (Kennet & Stott, 1991a), evoluindo em direção ao período conhecido como *Ótimo Climático do Eoceno Inferior (EECO)*.

O resultado dessas alterações no clima global gerou reflexos nas populações de inúmeros grupos de organismos, sendo que muitos de seus efeitos foram ser detectados através de estudos realizados com diversos grupos fósseis (Wing *et al.*, 2006, Zachos *et al.*; 2003 ; Tripathi & Elderfield, 2005)

Em relação aos radiolários, até o momento, poucos foram os estudos divulgados, além dos trabalhos apresentados por Bak & Barwicz, (2005), Hollis (2003, 2004, 2006) e Eilert *et al.* (2010), realizados com o objetivo de relacionar determinadas mudanças na composição das associações de radiolários à ocorrência destes eventos.

Por esta razão realizou-se o presente estudo, visando analisar as associações de radiolários no intervalo que abrange a transição Paleoceno/Eoceno em um poço perfurado na Bacia de Santos, permitindo avaliar a possibilidade deste evento também ser registrado nas bacias da margem continental brasileira, através de análises de radiolários.

### 1.1. Generalidades sobre os radiolários

Os radiolários pertencem à classe Actinopoda são organismos unicelulares, marinhos, holoplanctônicos solitários ou coloniais. São conhecidos no registro fóssil através de seu endoesqueleto, construído originalmente por sílica amorfa hidratada – opala ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ). Suas dimensões variam, em média, entre 0,05 e 0,25 mm.

Podem ser encontrados desde a região equatorial, até as polares. Vivem desde a superfície até as profundidades abissais. Inúmeras espécies, como as estudadas neste trabalho, apresentam distribuição cosmopolita e preferências bem definidas, o que as tornam excelentes indicadoras de parâmetros ecológicos e hidrológicos, principalmente temperatura, salinidade, profundidade e fertilidade dos oceanos (Eilert *et al.*, 2004). A ocorrência de algumas espécies pode auxiliar a estimar a temperatura das águas, bem como a distribuição e alcance de determinadas correntes e massas de água. Sua abundância também pode ser utilizada como indicativo de bioprodutividade, da disponibilidade de nutrientes e também do teor de sílica dissolvida nas águas.

Os principais depósitos ricos em radiolários são vasas de radiolários, radiolaritos, *cherts*, diatomitos e folhelhos silicosos. No entanto, os radiolários também são encontrados em siltitos, carbonatos, nódulos silicosos e fosfáticos. No Brasil, os registros de radiolários já foram obtidos na maior parte das bacias marginais, a partir do Aptiano/Albiano até o Recente Eilert *et al.* (2010). Depósitos sedimentares do Paleógeno têm apresentado intervalos ricos em radiolários, observados inicialmente tais como as seções estudadas neste trabalho .

## 1.2. Objetivos

Este estudo teve como objetivos:

- reconhecer o evento de aquecimento das águas do oceano Atlântico Sul tendo como base a análise quantitativa de associações de radiolários, mais especificamente das espécies *Amphicraspedum murrayanum*, *Amphicraspedum prolixum* e *Podocyrthis papalis*;

- estabelecer um paralelo, correlacionando o evento reconhecido neste estudo com o período de aquecimento que foi registrado na transição do Paleoceno para o Eoceno, estendendo-se até o Eoceno Inferior.

## 1.3. Contexto paleoclimático e paleoambiental / Eventos termais do Paleógeno

Um distinto período de aumento da temperatura global foi iniciado perto do limite entre o Palaeoceno e Eoceno, há cerca de 55,5 milhões de anos (Gradstein *et al.*, 2004). Este evento, denominado de *Máximo Termal do Paleoceno Eoceno* (PETM – *Paleocene Eocene Thermal Maximum*), representa um período de efeito estufa em escala global, com uma elevação de temperatura variando entre 5 e 8 °C, em um curto espaço de tempo. Neste período, o planeta já apresentava uma disposição dos continentes muito semelhantes ao atual, com a diferença maior, sendo incursões marinhas onde atualmente são áreas continentais, assim como, por exemplo, na Europa.

Evidências geoquímicas deste aquecimento global podem ser observadas: (1) através da análise de isótopos de oxigênio ( $\delta^{18}\text{O}$ ), (2) da calcita de foraminíferos marinhos (Kennett & Stott, 1991), (3) de depósitos carbonáticos terrestres (Koch *et al.*, 1995), (4) do aumento do percentual relativo de Mg / Ca de foraminíferos planctônicos e bentônicos (Zachos *et al.*, 2003 e Tripathi & Elderfield, 2005). Outras

evidências podem ser inferidas a partir das associações fossilíferas, onde podem ficar registradas as migrações de plâncton marinho de baixas latitudes, incluindo os radiolários, assim como foi observado na Nova Zelândia através do aumento de vários táxons de baixa latitude no PETM. Estas evidências de aquecimento global sugerem migrações de inúmeros grupos em direção aos pólos (Hollis *et al.*, 2005), mais especificamente, de espécies de plantas terrestres (Wing *et al.*, 2005) e das migrações de mamíferos para as altas latitudes no norte (Bowen *et al.* 2002, 2006 e Smith *et al.*, 2006).

A relação aparente entre a entrada de carbono no sistema e o aquecimento, tem alimentado a hipótese de que o aumento nas concentrações de gases do efeito de estufa resultou no rápido aquecimento do clima durante o PETM. A quantidade total de carbono que entrou durante o PETM (Pagani *et al.*, 2006), foi de cerca de 4 a 8 vezes a liberação de carbono antropogênico, a partir do início da era industrial até os dias de hoje e comparável ao que se espera do valor bruto das emissões antrópicas até o final do século 21 (disponível em <<http://www.ipcc.ch/>> Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas IPCC- 2001 – acesso em dez. 2010).

Associando as variações no ciclo do carbono e as mudanças climáticas do PETM, também se destaca um importante momento de reestruturação biótica, dados os prováveis laços entre os lançamentos de carbono a níveis quase modernos, sob a forma de gases do efeito estufa, e as mudanças climáticas e bióticas durante o PETM. Estudos sobre esses eventos são importantes para a melhor compreensão do comportamento do planeta frente a estas alterações climáticas.

O desenvolvimento deste processo ao longo do início do Eoceno Inicial segue com um curto período de sustentação do quadro de aquecimento global por cerca de

1 a 2 milhões de anos, representando o *Ótimo Climático do Eoceno inferior (EECO)* e, posteriormente, uma tendência de resfriamento gradual que culmina no Oligoceno tardio com o aparecimento de gelo continental (Zachos *et al.*, 2003).

#### 1.4. Trabalhos Prévios

O estudo deste evento de aquecimento global, com base na interpretação do comportamento da fauna de radiolários, tem sido realizado em poucos trabalhos, apesar dos resultados positivos obtidos. Hollis, (2003) estudou amostras de depósitos com sedimentação pelágica em Mead Stream na Nova Zelândia. Reconheceu três biofácies nos seus estudos (biofácies A, B e C), sendo que a biofácies B está associada ao *Máximo Termal Paleoceno-Eoceno (PETM)*, apresentando um registro de radiolários de baixas latitudes, associadas a incursões de massas de águas quentes até a latitude 60° S. Na biofácies C, observou o início e desenvolvimento do *Ótimo Climático do Eoceno Inferior (EECO – Early Eocene Thermal Maximun)*, com o aumento progressivo das temperaturas. No PETM foi observado um rápido declínio das espécies de altas latitudes, tais como as espécies do complexo *Buryella granulata-foremanae-tetradica* e paralelamente também foi registrado o aumento das espécies de baixa latitude, como: *Amphicraspedum murrayanum*, *A. prolixum* s.s., *Bekoma bidartensis*, *Phormocyrtis cubensis*, *P. turgida*, *Podocyrtis papalis* e *Theocorys? Phyzella*. Sendo assim, o autor obteve subsídios para interpretar a ocorrência do evento de elevação das temperaturas na transição do Paleoceno para o Eoceno e seu desenvolvimento ao longo do Eoceno Inferior.

Bak & Barwicz, (2005), publicaram os resultados de estudos realizados em amostras de depósitos hemipelágicos do Eoceno Inferior em sequências *flysch* nos



Cárpatos situados na Polônia. Foi observada uma abundância de radiolários de baixas latitudes como: *Phormocyrtis striata striata*, *Lychnocanium bellum*, *Thyrsocyrtis rhizodon*, *Calocyclus ampulla*, *Buryella clinata* e raras diatomáceas. A partir da análise e interpretação das associações de radiolários, as autoras concluíram que no Eoceno Inferior houve uma incursão de águas mais quentes, típicas de mares subtropicais, provavelmente associadas ao *Ótimo Climático do Eoceno Inferior (EECO)*.

Eilert *et al.* (2010) trabalhando com material da Bacia de Santos, na margem continental leste brasileira, estudaram a possível influência dos eventos climáticos globais do Paleógeno nas associações de radiolários, através do reconhecimento da maior ocorrência de espécies de latitudes baixas (equatoriais) nos intervalos do Eoceno inferior.

O presente estudo, realizado em dois testemunhos de um poço perfurado na mesma bacia, ampliou as análises realizadas por Eilert *et al.* (2010), ao incluir uma análise quantitativa relativa das espécies típicas de águas quentes mais abundantes, visando inferir suas interações com as oscilações populacionais detectadas ao longo do poço estudado.

## 2. GEOLOGIA REGIONAL

A Bacia de Santos situa-se na região sudeste da margem continental brasileira, entre os paralelos 23° e 28° S, abrangendo cerca de 350.000 Km<sup>2</sup> até a cota batimétrica de 3000 m (Figura 1). Abrange os litorais dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina, limitando-se ao norte com a Bacia de Campos pelo Alto de Cabo Frio e ao Sul com a Bacia de Pelotas pela plataforma de Florianópolis (Moreira *et al.*, 2007).

O material proveniente do poço estudado está associado à Formação Marambaia, Grupo Itamambuca. Regionalmente, esta formação pode ser correlacionada com a porção superior da Formação Carapebus na Bacia de Campos, com base em dados bioestratigráficos e geocronológicos, bem como em correlações estratigráficas regionais (Moreira *et al.*, 2007).

Os testemunhos estudados compreendem os sedimentos depositados da Formação Marambaia. A Formação Marambaia (Figura 2) é constituída predominantemente por siltitos, folhelhos diamictitos e margas. De acordo com Moreira *et al.* (2007), é comum a ocorrência de arenitos finos ricos em radiolários, que imprimem aos perfis elétricos um padrão bastante conspícuo (baixa densidade e velocidade). Durante a deposição desta seqüência um significativo evento extrusivo de caráter basáltico-alcalino ocorreu na bacia, permitindo o reconhecimento de cones vulcânicos e derrames submarinos. A ocorrência deste vulcanismo é mais comum a medida que se aproxima do alto de Cabo Frio (Oureiro, 2006).

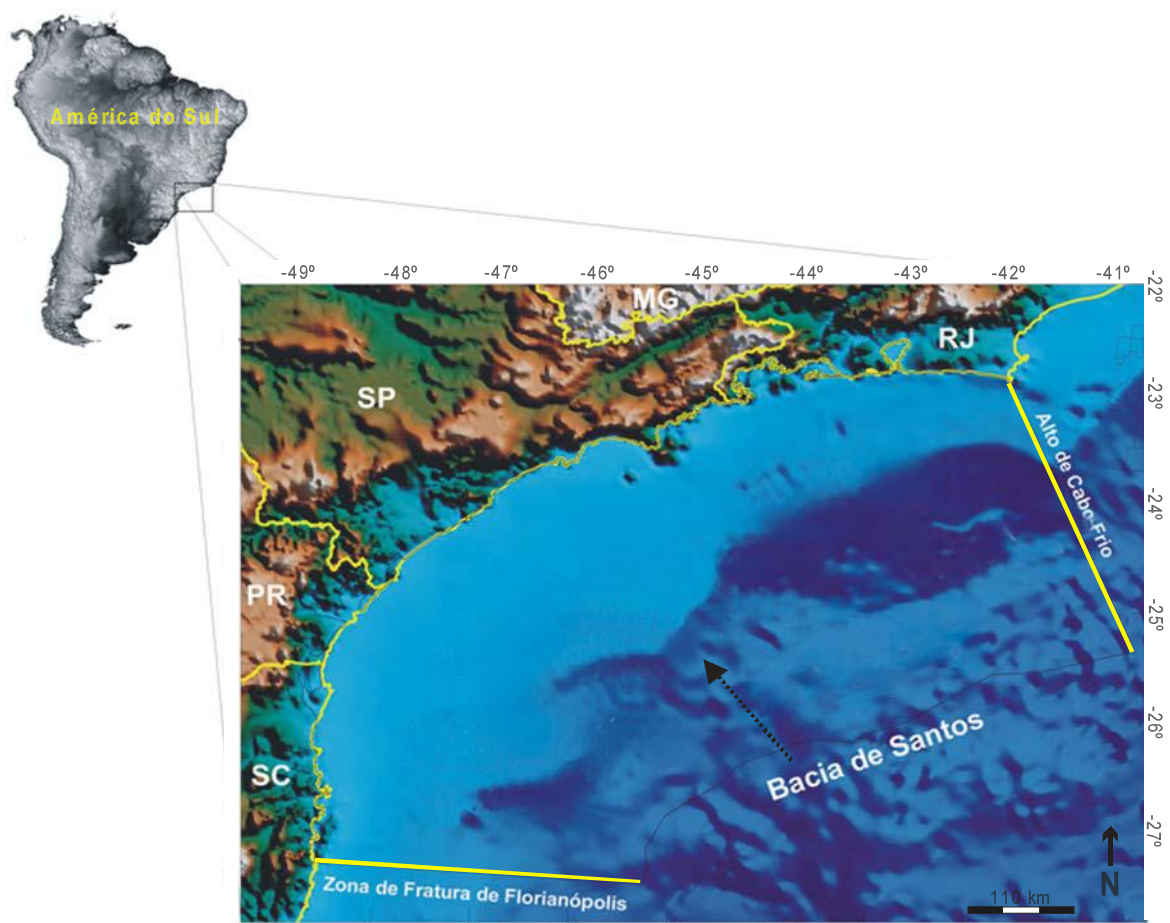


Figura 1 - Localização da área de estudo - Bacia de Santos.  
<<http://www.amprogas.com.br/site/>> janeiro 2010

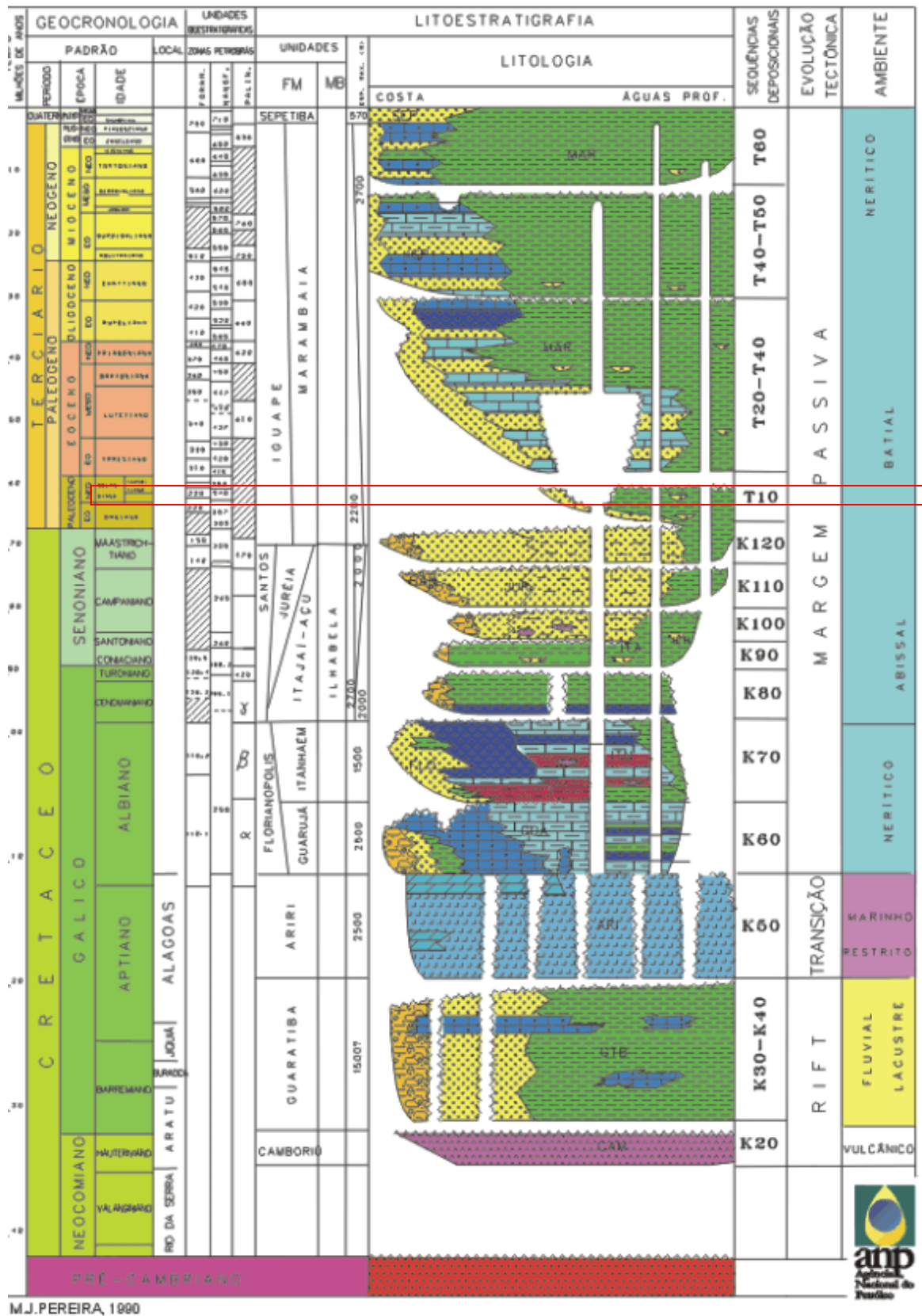


Figura 2 - Carta estratigráfica da Bacia de Santos  
 fonte: <<http://www.anp.gov.br>> outubro 2011

### 3. MATERIAL

Amostras provenientes de um poço do projeto PS PETROBRAS (Poço 4 – Testemunho 1 – T1, entre 2385,77 à 2390,45 e Testemunho 2 – T2, entre 2394,92 à 2403,35) foram utilizadas para a análise de radiolários neste estudo. Um total de 35 amostras foi selecionado para o desenvolvimento das análises, sendo 12 provenientes do T1 e mais 23 amostras do T2.

Uma avaliação preliminar, antes do início do processamento químico, permitiu verificar que todas as 12 amostras do T1 encontravam-se altamente silicificadas, apresentavam indícios de óleo e as litologias observadas variavam entre arenitos finos, siltitos e folhelhos. O grau de dificuldade de desagregação de cada amostra, com base nos métodos de preparação descritos a seguir, variou entre amostras de fácil desagregação, até aquelas mais difíceis. Entre estas últimas foram encontradas três que não puderam ser desagregadas: (1) amostra 2390,45m, constituída por arenito muito fino a siltico; (2) amostra 2390,13m, constituída por arenito muito fino a siltico, e (3) amostra 2385,77m, constituída por siltito.

As 23 amostras estudadas no testemunho T2, não apresentaram óleo e as litologias observadas variavam entre arenito fino, siltitos e argilitos. O grau de dificuldade de desagregação das amostras, com base nos métodos de preparação descritos a seguir, se apresentou variável entre fácil, moderado e difícil. Foi possível desagregar todas as amostras, embora com diferentes graus de dificuldade. Verificou-se que não havia nenhuma relação entre a litologia e sua dificuldade de desagregação.

As amostras foram separadas com um peso aproximado de 25g. Visando uniformizar o peso da fração a ser processada, estabelecido em 25g, todas foram pesadas novamente em balança de precisão.

A seguir, informações dos testemunhos, com seus respectivos volumes de sedimentos processados, grau de desagregação, quarteamento e número de radiolários encontrados (Tabela 1).

Tabela 1 - Avaliação qualitativa e quantitativa das amostras do Poço 4.

| P4                              | Intervalo | Peso inicial da amostra | Grau de dificuldade para desagregação | Quarteamento | Nº de radiolários em 1g |
|---------------------------------|-----------|-------------------------|---------------------------------------|--------------|-------------------------|
| TESTEMUNHO 1                    | 2385,77   | 25,06                   | DIFÍCIL - não desagregada             | *            | *                       |
|                                 | 2385,95   | 25,00                   | DIFÍCIL                               | 1/64         | 858                     |
|                                 | 2386,72   | 25,02                   | DIFÍCIL                               | 1/32         | 435                     |
|                                 | 2386,85   | 25,00                   | FÁCIL                                 | 1/516        | 8339                    |
|                                 | 2387,23   | 25,03                   | FÁCIL                                 | 1/1024       | 17449                   |
|                                 | 2387,65   | 25,00                   | FÁCIL                                 | 1/512        | 9933                    |
|                                 | 2387,75   | 25,04                   | FÁCIL                                 | 1/512        | 7168                    |
|                                 | 2388,46   | 25,07                   | FÁCIL                                 | 1/4096       | 67994                   |
|                                 | 2388,70   | 25,03                   | FÁCIL                                 | 1/32         | 443                     |
|                                 | 2389,34   | 25,09                   | DIFÍCIL                               | 1/1024       | 16261                   |
|                                 | 2389,57   | 25,00                   | FÁCIL                                 | 1/32         | 431                     |
|                                 | 2390,13   | 25,05                   | DIFÍCIL - não desagregada             | *            | *                       |
|                                 | 2390,45   | 25,00                   | DIFÍCIL - não desagregada             | *            | *                       |
| 4,47m – intervalo não amostrado |           |                         |                                       |              |                         |
| TESTEMUNHO 2                    | 2394,92   | 25,03                   | FÁCIL                                 | 1/512        | 6922                    |
|                                 | 2394,98   | 25,00                   | MODERADA                              | 1/1024       | 14541                   |
|                                 | 2395,33   | 25,01                   | FÁCIL                                 | 1/128        | 2217                    |
|                                 | 2395,70   | 25,00                   | FÁCIL                                 | 1/256        | 1992                    |
|                                 | 2396,28   | 25,00                   | DIFÍCIL                               | 1/64         | 973                     |
|                                 | 2396,60   | 25,00                   | MODERADA                              | 1/512        | 6636                    |
|                                 | 2396,77   | 25,01                   | DIFÍCIL                               | 1/64         | 845                     |
|                                 | 2397,15   | 25,01                   | DIFÍCIL                               | 1/128        | 1638                    |
|                                 | 2397,53   | 25,01                   | FÁCIL                                 | 1/256        | 4782                    |
|                                 | 2397,65   | 25,00                   | FÁCIL                                 | 1/1024       | 13066                   |
|                                 | 2398,05   | 25,00                   | FÁCIL                                 | 1/256        | 3493                    |
|                                 | 2398,37   | 25,00                   | FÁCIL                                 | 1/256        | 4231                    |
|                                 | 2398,58   | 25,01                   | FÁCIL                                 | 1/64         | 1139                    |
|                                 | 2399,34   | 25,00                   | MODERADA                              | 1/512        | 6963                    |
|                                 | 2399,55   | 25,00                   | DIFÍCIL                               | 1/16         | 218                     |
|                                 | 2400,23   | 25,02                   | FÁCIL                                 | 1/512        | 7660                    |
|                                 | 2400,39   | 25,00                   | FÁCIL                                 | 1/2048       | 14950                   |
|                                 | 2400,87   | 25,00                   | DIFÍCIL                               | 1/512        | 6820                    |
|                                 | 2401,28   | 25,00                   | DIFÍCIL                               | 1/32         | 460                     |
|                                 | 2402,02   | 25,00                   | FÁCIL                                 | 1/1024       | 13517                   |
|                                 | 2402,19   | 25,01                   | FÁCIL                                 | 1/512        | 7598                    |
|                                 | 2402,87   | 25,00                   | MODERADA                              | 1/1023       | 14336                   |
|                                 | 2403,35   | 25,01                   | DIFÍCIL                               | 1/128        | 1981                    |

\* Amostras que não desagregaram

#### 4. MÉTODOS

Na primeira etapa do trabalho os radiolários foram isolados, através de processamento químico, com a posterior extração dos esqueletos que, além de todos os demais elementos mineralógicos, fazem parte da composição dos sedimentos e das rochas do poço estudado. O processamento químico foi determinado em função da litologia predominante em cada amostra, bem como em função do grau de litificação das amostras.

Inicialmente as amostras foram colocadas para reagirem com peróxido de hidrogênio, visando à eliminação da matéria orgânica; posteriormente com ácido clorídrico, para a eliminação da fração calcária; e finalizando com a utilização de hexametáfosfato de sódio, atuando como desfloculante e auxiliando na eliminação das argilas.

Após cessar a reação com cada um dos reagentes, cada amostra é colocada em peneira com abertura de malha de 0,044mm e lavada em água corrente, para eliminar a fração mais fina. Ao final do processo a amostra é seca em estufa regulada a uma temperatura em torno de 70°.

As amostras dos intervalos (2385,77, 2390,13 e 2390,45) do Poço 4 apresentaram-se muito silicificadas, dificultando a desagregação com a utilização dos procedimentos normais. Para essas amostras, então, foram feitas tentativas para obter-se o isolamento dos radiolários através de reação com uma solução de ácido fluorídrico, em baixa concentração, em torno de 5%, por 12 horas, com a finalidade de dissolver parte da rocha, porém evitando que esse ataque químico interfira na integridade dos esqueletos. Apesar das tentativas de desagregação utilizando-se esta técnica, devido ao alto grau de silicificação encontrado, em três



amostras do testemunho 1 (2385,77m; 2390,13m e 2390,45m) não foi possível extrair os radiolários.

A individualização dos radiolários foi efetuada através de triagem manual dos exemplares, que consiste no isolamento e coleta dos esqueletos, separando-os do restante dos componentes da amostra. Conforme o número de indivíduos existentes na amostra determina-se o exame do resíduo total ou a necessidade de realizar-se o quarteamento do resíduo na fração mais adequada ( $1/2$ ,  $1/4$ ,  $1/16$ ,  $1/32$ , etc.) visando à obtenção de 300 indivíduos. A partir dessa etapa iniciou-se a preparação das células associativas, o que foi realizado a partir do agrupamento de morfotipos semelhantes, presentes em cada amostra, em quadrículas individuais nas células micropaleontológicas. Para a montagem das células de referência taxonômica, foram selecionados os exemplares mais bem preservados, representantes de cada um dos morfotipos mais comuns encontrados nas amostras.

As fotomicrografias dos radiolários foram obtidas com a finalidade de ilustrar os táxons identificados. Sendo assim, alguns dos exemplares selecionados e depositados nas células de referência taxonômica foram fotomicrografados em microscopia eletrônica de varredura. O referido microscópio eletrônico de varredura é operado pelo técnico responsável pelo Lab. MEV-BPA CENPES/Petrobrás, Rogério da Silva Martins da Costa, que descreve o método da seguinte maneira: as amostras foram posicionadas em fita condutora dupla face fixada em suporte de alumínio. Em seguida foram recobertas por uma fina camada de ouro/paládio, através do metalizador EDWARDS SCANCOAT SIX, a fim de torná-la condutora. As primeiras amostras foram analisadas ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) da ZEISS modelo DSM 940 A, posteriormente substituído pelo modelo EVO 40 da mesma marca, em imagens por elétrons secundários, operando a 20 kV e com

distância de trabalho entre 25 e 36mm. As imagens foram obtidas através do Sistema de Análise de Imagens ORION acoplado ao MEV. As fotomicrografias permitem a observação de detalhes da morfologia que são muitas vezes imperceptíveis ao microscópio binocular, ou até mesmo no microscópio óptico.

Alguns poucos exemplares muito bem preservados, encontrados nas lâminas permanentes, também foram fotografados em microscopia óptica através de sistema de captura de imagens. No entanto, esse material não foi utilizado para auxiliar na identificação das espécies, exceto no caso de uma única espécie: *Lithocyclia ocellus*, cuja identificação em microscopia eletrônica é duvidosa. Todas as outras espécies foram fotografadas em MEV, permitindo a comparação com exemplares encontrados na literatura também fotografados segundo a mesma técnica.

As fotomicrografias foram editadas através da utilização do *software* CorelDRAW®, e apresentadas em estampas organizadas de acordo com a taxonomia, segundo De Weaver *et al.* (2001).

As espécies foram identificadas através de observação direta do exemplar em microscópio binocular, complementando-se com a análise das fotomicrografias em MEV e com o auxílio da bibliografia especializada, incluindo diversos artigos especializados diversos, catálogos de espécies e base de dados digitais.

## 5. RESULTADOS OBTIDOS

### 5.1. Espécies de radiolários identificadas no Poço P4

Nas 13 amostras do **Poço 4 - T1** foram isolados 74 morfotipos, tendo sido identificadas 14 espécies e nas 23 amostras do **P 4 –T2** foram isolados 96 morfotipos, tendo sido identificadas 27 espécies. O sistema taxonômico adotado seguiu o modelo apresentado por De Weaver *et al.* (2001). As espécies identificadas e as ocorrências em ambos os testemunhos estão listadas na Tabela 2. As estampas das espécies identificadas se encontram nos apêndices 1 e 2 deste trabalho.

Tabela 2 - Lista dos táxons identificados e suas ocorrências nos respectivos testemunhos.

| TAXONS IDENTIFICADOS  | 4T1 | 4T2 |
|---|-----|-----|
| <i>Amphicraspedum murrayanum</i> Haeckel, 1887                                    | x   | x   |
| <i>Amphicraspedum prolixum</i> Sanfilippo & Riedel, 1973                          |     | x   |
| <i>Amphymenium splendarmatum</i> (Clark & Campbell) Sanfilippo & Riedel, 1973     | x   | x   |
| <i>Bekoma campechensis</i> Foreman, 1973  |     | x   |
| <i>Buryella clinata</i> Foreman, 1973   |     | x   |
| <i>Calocyclus castum</i> (Haeckel) Foreman, 1973                                  |     | x   |
| <i>Eusyringium lagena</i> Ehrenberg, 1873   |     | x   |
| <i>Histiastrum quaternarium</i> Ehrenberg, 1873                                   |     | x   |
| <i>Lamptonium pennatum</i> Foreman, 1973  | x   |     |
| <i>Lamptonium fabaeforme constrictum</i> Riedel & Sanfilippo, 1970                | x   | x   |
| <i>Lamptonium incohatum</i> Foreman, 1973   | x   |     |
| <i>Lamptonium</i> sp  |     | x   |
| <i>Lithochytris archae</i> Riedel & Sanfilippo, 1970                              |     | x   |
| <i>Lithomitra docilis</i> Foreman, 1983   | x   |     |
| <i>Lophophaena auriculaleporis</i> Clark & Campbell, 1942                         | x   |     |
| <i>Lychnocanomma</i> sp aff. <i>L. babylonis</i> (Campbell & Clark) Foreman, 1973 | x   |     |
| <i>Lythocyclia ocellus</i> Ehrenberg, 1857  |     | x   |
| <i>Orbula discipulus</i> Foreman, 1973  | x   |     |
| <i>Phormocyrtis striata exquisita</i> (Kozlova) Foreman, 1973                     |     | x   |
| <i>Phormocyrtis striata striata</i> Brandt, 1935                                  |     | x   |
| <i>Podocyrtis (Podocyrtoges) diamesa</i> Sanfilippo & Riedel, 1992                | x   | x   |
| <i>Podocyrtis papalis</i> Ehrenberg, 1847   |     | x   |
| <i>Podocyrtis (Lampterium) fasciolata</i> (Nigrini) Sanfilippo et al. , 1982      |     | x   |
| <i>Podocyrtis ligulata</i> Clark & Campbell, 1942                                 |     | x   |
| <i>Spongodiscus cruciferus</i> (Clark & Campbell) Sanfilippo & Riedel, 1973       |     | x   |
| <i>Spongurus irregularis</i> Nishimura, 1992                                      |     | x   |
| <i>Stylosphaera coronata</i> (Ehrenberg) Sanfilippo & Riedel, 1973                |     | x   |
| <i>Stylosphaera</i> sp  | x   |     |
| <i>Stylotrochus quadribrachiatus</i> Sanfilippo & Riedel, 1973                    |     | x   |
| <i>Theocorys spongoconum</i> Kling, 1971  |     | x   |
| <i>Theocotylissa alpha</i> Foreman, 1973  | x   | x   |
| <i>Theocotylissa fícus</i> (Ehrenberg) Sanfilippo & Riedel, 1982                  |     | x   |
| <i>Theocotylissa fimbria</i> Foreman, 1973  |     | x   |
| <i>Thyrsocyrtis hirsuta</i> (Krashennikov) Sanfilippo & Riedel, 1982              | x   | x   |
| <i>Thyrsocyrtis</i> sp  | x   |     |

## 5.2 Sistemática das Espécies

### CLASSE ACTINOPODA

#### SUBCLASSE RADIOLARIA Muller, 1858

Superordem **POLYCYSTINA** Ehrenberg, 1838 *emend.* Riedel, 1967

Ordem **SPUMELLARIA** Ehrenberg, 1875 *emend.* De Weaver, Dumitrica, Caulet, Nigrini & Caridroit, 2001

Superfamília **ACTINOMMACEA** Haeckel, 1862 *emend.* De Weaver, Dumitrica, Caulet, Nigrini & Caridroit, 2001

Família **STYLOSPHAERIDAE** Haeckel, 1881

Gênero ***Stylosphaera*** Ehrenberg, 1847

***Stylosphaera coronata*** (Ehrenberg) Sanfilippo & Riedel, 1973

(estampa 1 fig. 1-3)

***Stylosphaera*** sp.

Família **ACTINOMMIDAE** Haeckel, 1862 *emend.* De Weaver, Dumitrica, Caulet, Nigrini & Caridroit, 2001 *et al.*

Gênero ***Lythocyclia*** Ehrenberg, 1847

***Lythocyclia ocellus*** Ehrenberg, 1857 (estampa 1 fig. 4)

Família **SPONGODISCIDAE** Haeckel, 1862

Gênero ***Spongodiscus*** Ehrenberg, 1854

***Spongodiscus cruciferus*** (Clark & Campbell) Sanfilippo & Riedel, 1973

Família **PSEUDOAULOPHACIDAE** Riedel, 1967 *emend.* Dumitrica, 1997 e

Gênero ***Stylotrochus*** Haeckel, 1862

***Stylotrochus quadribrachiatus*** Sanfilippo & Riedel, 1973 (estampa 1 fig. 5)

Gênero ***Amphymenium*** Haeckel, 1881

***Amphymenium splendiararmatum*** (Clark & Campbell) Sanfilippo & Riedel, 1973 (estampa 1 fig. 6)

***Amphymenium*** sp.

Gênero ***Histiastrum*** Ehrenberg, 1847

***Histiastrum quaternarium*** Ehrenberg, 1873 (estampa 1 fig. 7)

Família **SPONGODISCIDAE** Haeckel, 1862

Gênero ***Spongodiscus*** Ehrenberg, 1854

***Spongodiscus cruciferus*** (Clark & Campbell) Sanfilippo & Riedel,  
1973

Família **SPONGURIDAE** Haeckel, 1862

Gênero ***Spongurus*** Haeckel, 1860

***Spongurus irregularis*** Nishimura, 1992 (estampa 1 fig. 8)

Gênero ***Amphicraspedum*** Haeckel, 1881

***Amphicraspedum murrayanum*** Haeckel, 1887 (estampa 1 fig. 9)

***Amphicraspedum prolixum*** Sanfilippo & Riedel, 1973 (estampa 1  
fig. 10)

Ordem **NASSELLARIA** Ehrenberg, 1875

Família **LOPHOPHAENIDAE** Haeckel, 1881 *emend* Petrushevskaya, 1971

Gênero ***Lophophaena*** Ehrenberg, 1847

***Lophophaena auriculaleporis*** Clark & Campbell, 1942 (estampa 1  
fig. 11)

Família **ARTOSTROBIIDAE** Riedel, 1967

Gênero ***Lithomitra*** Bütschli, 1882

***Lithomitra docilis*** Foreman, 1983

Família **PTEROCORYTHIDAE** Haeckel, 1881

Gênero ***Podocyrtis*** Ehrenberg, 1847

***Podocyrtis (Lampterium) fasciolata*** (Nigrini) Sanfilippo *et al.*, 1982  
(estampa 1 fig. 12)

***Podocyrtis (Podocyrtoges) diamesa*** Sanfilippo & Riedel, 1992  
(estampa 1 fig. 13)

***Podocyrtis ligulata*** Clark & Campbell, 1942 (estampa 1 fig. 14)

***Podocyrtis papalis*** Ehrenberg, 1847 (estampa 1 fig. 15-16)

***Podocyrtis*** sp.

Família **EUCYRTIDIIDAE** Ehrenberg, 1847

Gênero ***Buryella*** Foreman, 1973

***Buryella clinata*** Foreman, 1973 (estampa 1 fig. 17-18)

***Buryella*** sp.

Gênero ***Calocycloma*** Haeckel, 1887

***Calocycloma castum*** (Haeckel) Foreman, 1973 (estampa 2 fig. 1)

Gênero ***Phormocyrtis*** Haeckel, 1887

***Phormocyrtis striata exquisita*** (Kozlova) Foreman, 1973 (estampa 2  
fig. 2)

***Phormocyrtis striata striata*** Brandt, 1935 (estampa 2 fig. 3)

Família **THEOCOTYLIDAE** Petrushevskaya, 1981

Gênero ***Lamptonium*** Haeckel, 1887

***Lamptonium fabaeforme constrictum*** Riedel & Sanfilippo, 1970  
(estampa 2 fig. 4)

***Lamptonium inchoatum*** Foreman, 1973

***Lamptonium pennatum*** Foreman, 1973 (estampa 2 fig. 5)

***Lamptonium*** sp. (estampa 2 fig. 6)

Gênero ***Thyrsocyrtis*** Ehrenberg, 1847

***Thyrsocyrtis hirsuta*** (Krashenninnikov) Sanfilippo & Riedel, 1982  
(estampa 2 fig. 7)

***Thyrsocyrtis*** sp. (estampa 2 fig. 8)

Gênero ***Theocotylissa*** Foreman, 1973

***Theocotylissa alpha*** Foreman, 1973 (estampa 2 fig. 9-10)

***Theocotylissa ficus*** (Ehrenberg) Sanfilippo & Riedel, 1982 (estampa 2 fig. 11)

***Theocotylissa fimbria*** Foreman, 1973 (estampa 2 fig. 12)

Família **THEOPERIDAE** Haeckel, 1881

Gênero ***Eusyringium*** Haeckel, 1881

***Eusyringium lagena*** Ehrenberg, 1873 (estampa 2 fig. 13)

Gênero ***Lychnocanoma*** Haeckel, 1887

***Lychnocanoma* sp. aff. *L. babylonis*** (Campbell & Clark) Foreman, 1973

Gênero ***Lithochytris*** Ehrenberg, 1847

***Lithochytris archae*** Riedel & Sanfilippo, 1970 (estampa 2 fig. 14-15)

Gênero ***Theocorys*** Haeckel, 1882

***Theocorys spongoconum*** Kling, 1971 (estampa 2 fig. 16)

Família **BEKOMIDAE** Dumitrica, 2001

Gênero ***Bekoma*** Riedel & Sanfilippo, 1971

***Bekoma campechensis*** Foreman, 1973 (estampa 2 fig. 17)

Gênero ***Orbula*** Foreman, 1973

***Orbula discipulus*** Foreman, 1973

### 5.3 Posicionamento estratigráfico do Poço 4 T1 e T2

As espécies de radiolários presentes nas seções estudadas foram comparadas com as associações que caracterizam os zoneamentos internacionais para o



Paleógeno (Foreman, 1973, 1975; Riedel & Sanfilippo, 1970, 1971, 1978; Sanfilippo & Riedel, 1985; Riedel *et al.*, 1989; Sanfilippo & Nigrini, 1998). Apresentaram similaridade com as associações típicas da porção média do Eoceno da Zona *Buryella clinata* Foreman (1973, 1975) (Figura 3).

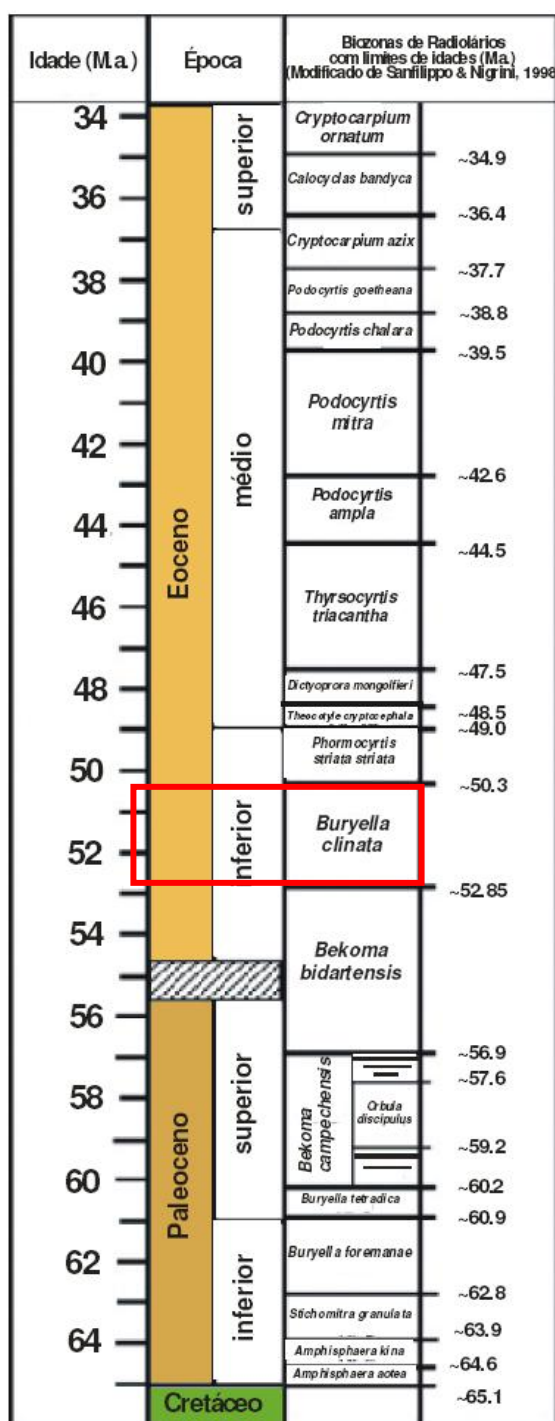


Figura 3 – Zoneamento padrão para Radiolários do Paleógeno (Sanfilippo & Nigrini, 1998)

#### 5.4 Análise Quantitativa dos Radiolários

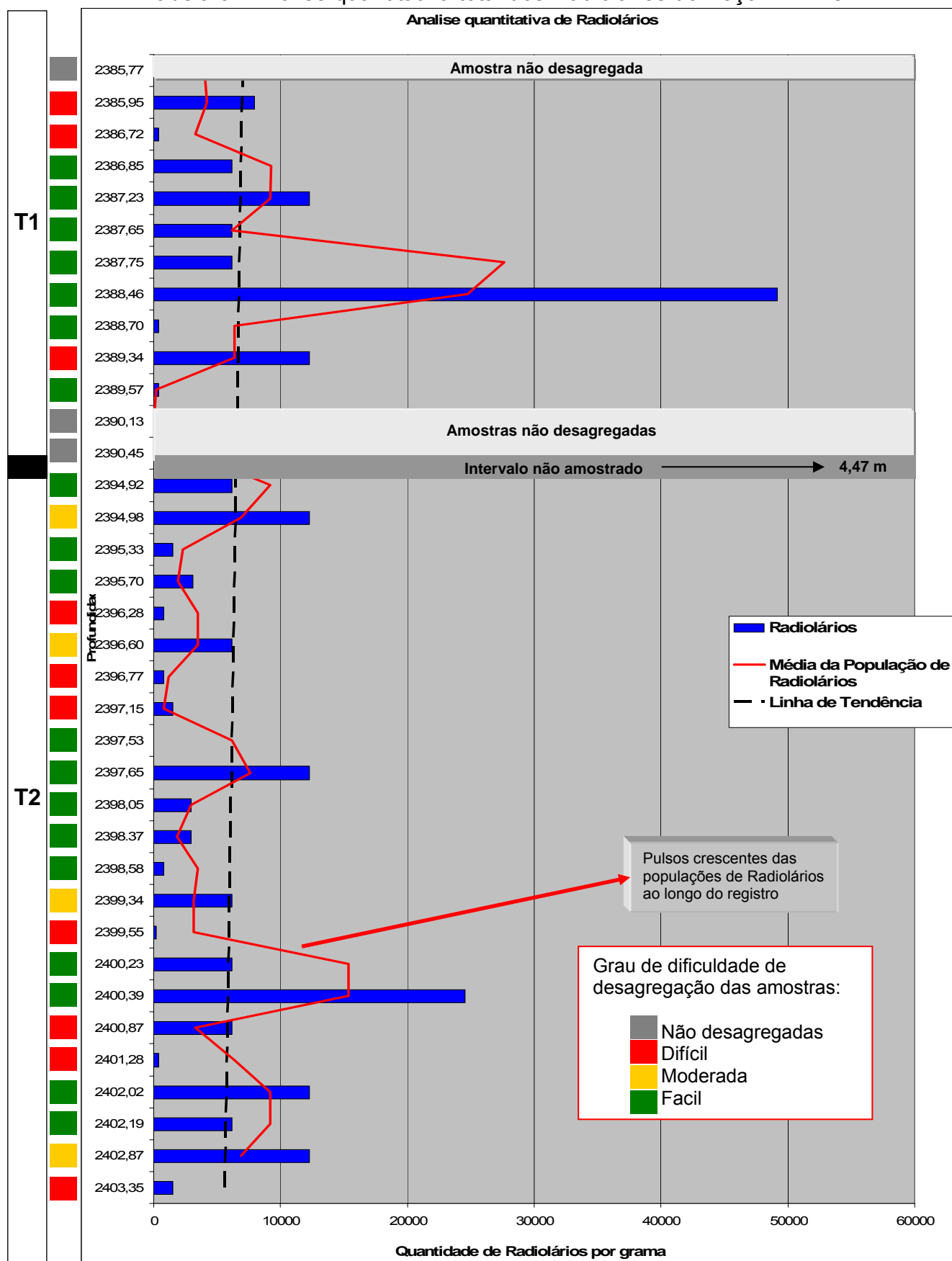
Os testemunhos foram analisados a partir da base e até o topo, amostra por amostra, registrando-se todos os morfotipos/táxons presentes.

Conforme observado na tabela de análise quantitativa (Tabela 3), a associação de radiolários oscila de forma crescente ao longo dos dois testemunhos estudados, conforme indicado pela linha de tendência. Nas profundidades 2390,13m e 2390,43m, as amostras se encontravam muito silicificadas e sem condições de preparação para análise de radiolários. Pelo fato de não poderem ser resgatados nestas profundidades não é possível afirmar se haviam ou não radiolários nestes intervalos.

A partir das informações registradas na tabela 3, pode-se verificar que a seção referente ao Poço 4, intervalo 2403,35 – 2385,77 apresenta pulsos de aumento populacional crescentes, culminando nas profundidades 2400,39m no Testemunho 2 e 2388,46m no Testemunho1, ocorrendo um nítido *boom* de radiolários. Nestas profundidades o registro sedimentar é tão rico em radiolários que, provavelmente, poderia ser caracterizado como uma vasa de radiolários.

Os efeitos diagenéticos / tafonômicos não possuem relação com os crescimentos no número de radiolários apresentados nas amostras. Este fato pode ser comprovado através da não ocorrência de uma relação da dificuldade de preparação versus as oscilações na população de Radiolários, observados na Tabelas 3. Amostras com quantidades de radiolários aproximadamente iguais e com dificuldades distintas de preparação e de mesmo grau de dificuldades e quantidades de radiolários diferentes.

Tabela 3 - Análise quantitativa total dos Radiolários do Poço 4 - T1 e T2.

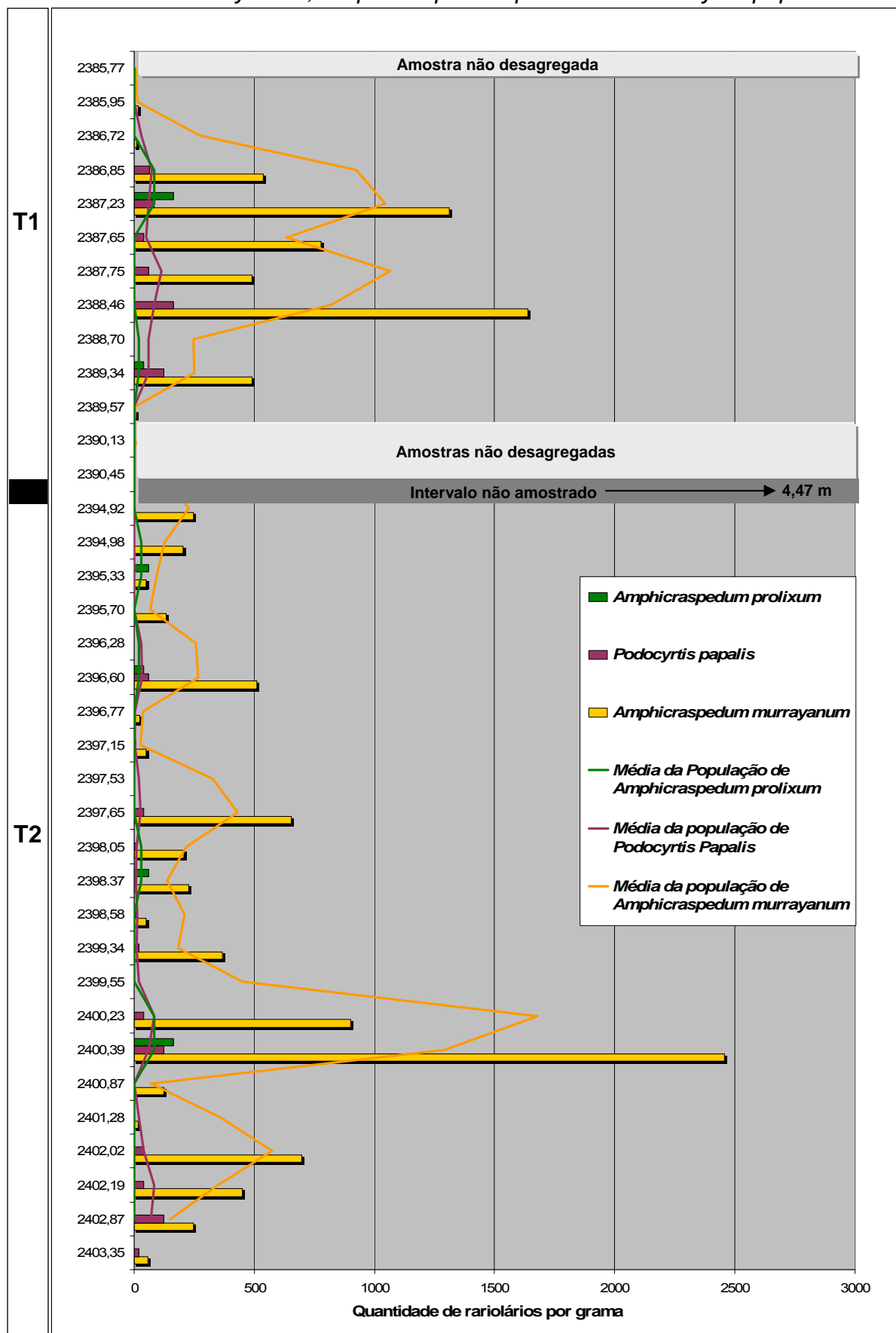


### 5.5 Análise quantitativa das espécies indicadoras de águas quentes (termófilas)

A análise quantitativa relativa das espécies *Amphicraspedum murrayanum*, *Amphicraspedum prolixum* e *Podocyrtis papalis*, com base nos indivíduos presentes em todas as células associativas, está apresentada na Tabela 4. Estas espécies foram escolhidas por serem típicas de águas tropicais e indicadoras de incursão de massas de águas quentes, em diferentes áreas das zonas equatoriais. A espécie *Amphicraspedum murrayanum* foi a que mostrou o melhor resultado, apresentando pulsos de crescimento relativo à fauna, síncronos aos *booms* populacionais observados na análise quantitativa total. Já as espécies *Amphicraspedum prolixum* e *Podocyrtis papalis*, em situações semelhantes, apresentam ocorrências síncronas aos eventos de acme, bem como com os eventos de crescimento do número de *Amphicraspedum murrayanum*.

Conforme observado na Tabela 4, as espécies *Amphicraspedum murrayanum*, *Amphicraspedum prolixum* e *Podocyrtis papalis* aumentam, em número, sincronicamente aos *booms* de radiolários. Possivelmente ligam estes bioeventos a incursões de massas de águas quentes mais intensas naquele período.

Tabela 4 - Análise quantitativa comparada dos taxons *Amphicraspedum murrayanum*, *Amphicraspedum prolixum* e *Podocyrtis papalis*.



## 6. INTERPRETAÇÃO E INTEGRAÇÃO DOS RESULTADOS

A observação da distribuição vertical das associações de radiolários e dos táxons selecionados possibilitou a identificação de sucessivos pulsos crescentes que representam o aumento do número total de espécimes em determinadas seções. Foram utilizados os critérios de análise quantitativa em todas as amostras estudadas a partir da estimativa do número de radiolários por grama de sedimento (Hollis *et al.*, 2003).

Pode-se analisar ao longo de toda seção estudada uma nítida dominância de espumelários de esqueleto com espinhos e dos radiolários de baixas latitudes, tais como: *Amphicraspedum murrayanum*, *Amphicraspedum prolixum*, *Podocyrthis papalis*, assim como observado por Hollis *et al.* (2003), que registrou a associação que apresenta maior similaridade com o material da Bacia de Santos.

Comparando a análise quantitativa do número total de radiolários por grama de sedimento com a análise quantitativa das espécies selecionadas, constatou-se que, especialmente nas amostras onde os eventos de acme ocorrem, estas espécies citadas registram um aumento acentuado, principalmente a espécie *Amphicraspedum murrayanum*.

A ocorrência dos táxons de águas tropicais também foi citada por Bak & Barwicz (2005) como dominante na região dos Cárpatos Ocidentais, entre 44° e 48° latitude norte. Nesse material ocorrem espécies em comum com a Bacia de Santos, entretanto, as espécies *Phormocyrtis striata striata* e *Buryella clinata* não apresentam a mesma abundância de indivíduos no material aqui estudado. Estas espécies apenas apresentam ocorrências raras em determinados intervalos dos 2

testemunhos, não possuindo representatividade para que possam ser associadas com o evento.

Pode-se observar também a não ocorrência de táxons de altas latitudes, como *Buryella tetradica*, espécie de ocorrência global e associada a águas frias, segundo Sanfilippo & Hull (1999).

Estas tendências, ou seja, a não ocorrência de táxons de águas frias e a ocorrência de táxons de águas quentes na população dos radiolários são sinais de mudanças importantes nas características da coluna de água na Bacia de Santos no início do Eoceno. Associações típicas de águas frias, eutróficas, dominantes nas massas de água do Paleoceno, são substituídas na base do Eoceno, por associações de radiolários dominadas por táxons com um habitat oligotrófico e de águas subtropicais-tropicais, provavelmente associados ao *Ótimo Climático do Eoceno Inferior (EECO – Early Eocene Climatic Optimum)*.

## **7. SUGESTÃO PARA CONTINUIDADE EM ESTUDOS FUTUROS**

Sugere-se o desenvolvimento de estudos mais detalhados, através da utilização de um maior número de testemunhos da Bacia de Santos e também de outras bacias marginais, para uma melhor compreensão das transformações climáticas que ocorreram nesse período. Como também a realização da interpretação e correlação paleogeográfica das associações fósseis encontradas nas bacias marginais Brasileiras.

Estes novos estudos também contribuirão para ampliar o conhecimento dos radiolários e contribuirão para destacar suas aplicações como importantes ferramentas paleoecológicas.



## 8. BIBLIOGRAFIA

- BAK, M. & BARWICZ-PISKORZ, W., 2005. Stratigraphical and ecological significance of Early Eocene radiolarians from the Subsilesian Series, Polish Flysch Carpathians. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, **75**: 139–153.
- BOWEN, G.J., BRALOWER, T.J., DELANEY, M.L., DICKENS, G.R., KELLY, D.C., KOCH, P.L., KUMP, L.R., MENG, J., SLOAN, L.C., THOMAS, E., WING, S.L. & ZACHOS, J.C. 2006. Eocene Hyperthermal Event Offers Insight Into Greenhouse Warming. *EOS, Transactions, American Geophysical Union*, **87**(17): 165, 169.
- BOWEN, G.J., CLYDE, W.C., KOCH, P.L., TING, S.Y., ALROY, J., TSUBAMOTO, T., WANG, Y.Q. & WANG, Y. 2002. Mammalian dispersal at the Paleocene/Eocene boundary. *Science*, **295**: 2062-2065.
- DE WEVER, P., DUMITRICA, P., CAULET, J.P., NIGRINI, C. & CARIDROIT, M. 2001. Radiolarians in the sedimentary record. *Gordon & Breach Science Publ.*, **533** p.
- EILERT, V. P. 2004. Radiolários. In: CARVALHO, I. S. (ed.) *Paleontologia*. Editora Interciência, p. 297-312
- EILERT, V. P., CARREIRA, V.R., LAMM, F., FIDALGO, T.S.L. & VIVERS, M.C. 2010. Investigação sobre a influência dos eventos climáticos globais do Paleógeno em associações de radiolários na Bacia de Santos, Margem Continental Leste Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 45, Belém, PA. *Anais*, PAP1732.pdf
- FOREMAN, H.P. 1975. Radiolaria from the North Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 32. In Larson, R.L., Moberly, R., et al., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **32**: 579-676.
- FOREMAN, H.P. 1973. Radiolaria of Leg 10 with systematics and ranges for the families Amphipyndacidae, Artostrobiidae, and Theoperidae. In Worzel, J.L., Bryant, W., et al., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **10**: 407-474.
- HOLLIS, C.J. 2003. The Cretaceous/Tertiary boundary event in New Zealand: profiling mass extinction. *New Zealand journal of geology and geophysics*, **46**(2): 307-321
- HOLLIS, C.J., DICKENS, G.R., FIELD, B.D., JONES, C.M. & PERCY STRONG, C. 2005. The Paleocene- Eocene transition at Mead Stream, New Zealand: a southern Pacific record of early Cenozoic global change. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **215**(3-4): 313-343.
- HOLLIS, C.J. 2006. Radiolarian faunal turnover through the Paleocene-Eocene transition, Mead Stream, New Zealand. *Eclogae Geologicae Helvetiae*. **99**: 579-599.
- JOHNSON, D.A. 1977. Cenozoic Radiolaria from the Eastern Tropical Atlantic,

- DSDP Leg 41. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project* **41**: 763-789.
- KENNET, J.P., STOTT L.D. 1991 Abrupt deep-sea warming, palaeoceanographic changes and benthic extinctions at the end of Palaeocene, *Nature*, **353**: 225-229
- KOCH, P.L., ZACHOS, J.C. & DETTMAN, D.L. 1995. Stable isotope stratigraphy and paleoclimatology of the Paleogene Bighorn Basin (Wyoming, USA). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **115**: 61-89
- MOORE, T. C. 1973. Radiolaria from Leg 17 of the Deep Sea Drilling Project. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **17**: 797-869.
- MOORE, T. C. 1971. Radiolaria. In Tracey, J.I., Jr., Sutton, G.H., et al., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **8**: 727-775.
- MOREIRA, J.L. et al. 2007. Cartas Estratigráficas: Bacia de Santos. *Boletim de Geociências da Petrobras*, **15**(2): 531-549
- NIGRINI, C. & SANFILIPPO, A. 2000. Paleogene radiolarians from sites 998,999 and 1001 in the Caribbean. In: Leckie, R.M. et al. *Proc. of the Ocean Drilling Program, Sci. Results*: **165**: 57-81.
- NISHIMURA, A. 1992. Paleocene radiolarian biostratigraphy in the northwest Atlantic at Site 384, Leg 43, of the Deep Sea Drilling Project. *Micropaleontology*, **38**(4): 317-362.
- NISHIMURA, A. 1987. Cenozoic Radiolaria in the Western North Atlantic, Site 603, Leg 93 of the DSDP. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project* **92**: 713- 737.
- OURA, S. G. 2006 Magmatismo e sedimentação em uma área na Plataforma Continental de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil, no intervalo Cretáceo Superior-Terciário. *Boletim de Geociências da Petrobras*. **14**(1): 95-112
- PAGANI, M., PEDENTCHOUK, N., HUBER, M., SLUIJS, A., SCHOUTEN, S., BRINKHUIS, H., SINNINGHE DAMSTÉ, J.S., DICKENS, G.R. & EXPEDITION-SCIENTISTS 2006. Arctic hydrology during global warming at the Palaeocene-Eocene thermal maximum. *Nature*, **442**(7103): 671-675.
- PARONA, C. F. 1890. Radiolarie nei noduli selsiosi Del calcare giurese di Cittiglio presso Laveno. *Bolletino della Società geologica italiana*, **9**(1): 75-132.
- PESSAGNO, E. & NEWPORT, R. L. 1972. A technique for extracting Radiolaria from radiolarian cherts. *Micropaleontology*, **18**(2): 231-234.
- RIEDEL, W. R., & SANFILIPPO, A. 1978. Stratigraphy and evolution of tropical Cenozoic radiolarians. *Micropaleontology*, **24**: 61-96.
- RIEDEL, W. R. & SANFILIPPO, A. 1974. Radiolaria from the southern Indian Ocean, DSDP Leg 26. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **26**, 771-814.

- RIEDEL, W. R., & SANFILIPPO, A. 1971. Cenozoic Radiolaria from the western tropical Pacific, Leg 7. In Winterer, E.L., Riedel, W.R., et al., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **7** (2): 1529-1672.
- RIEDEL, W. R., & SANFILIPPO, A. 1970. Radiolaria, Leg 4, Deep Sea Drilling Project. In Bader, R. G., Gerard, R. D., et al., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **4**: 503-575.
- RÜST, D. 1885. Beiträge zur Kenntniss der fossilen Radiolarien aus Gesteinen des Jura. *Palaentographica*, **31**: 273-321.
- SANFILIPPO, A. & HULL, D. M. 1999. Upper Paleocene-lower Eocene Radiolarian biostratigraphy of the San Francisco de Paula section, western Cuba: Regional and global comparisons. *Micropaleontology*, **45**(2): 57-82.
- SANFILIPPO, A. & NIGRINI, C. 1998. Code numbers for Cenozoic low latitude radiolarian biostratigraphic zones and GPTS conversion tables. *Marine Micropaleontology*, **33**: 109-156.
- SANFILIPPO, A., WESTBERG-SMITH, M. J., & RIEDEL, W. R. 1989. Cenozoic Radiolaria. In Bolli, H. M., Saunders, J. B., & Perch-Nielsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy*. Cambridge (Cambridge Univ. Press), **2**: 631-712.
- SANFILIPPO, A. & RIEDEL, W. R. 1974. Some radiolarian samples from the western Indian Ocean, DSDP, Leg 25. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project* **25**: 657-62.
- SANFILIPPO, A., WESTBERG-SMITH, M. J., & RIEDEL, W. R. 1981. Cenozoic Radiolarians at Site 462, Deep Sea Drilling Project Leg 61, Western Tropical Pacific. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **61**: 495-505.
- SHAAF, A. 1981. Late early Cretaceous Radiolaria from Deep Sea Drilling Project Leg 62. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, **62**: 419-70.
- SHACKLETON, N. & BOERSMA, A., 1981. The climate of the Eocene ocean. *Journal of the Geological Society, London*, **138**: 153–157.
- SMITH, T., ROSE, K., D. & GINGERICH, P., D. 2006. Rapid Asia–Europe–North America geographic dispersal of earliest Eocene primate *Teilhardina* during the Paleocene–Eocene Thermal Maximum *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **103**(30): 11223-11227.
- SQUINABOL, S. 1914. Contributo alla conoscenza dei Radiolarii fossili Del Veneto. Appendice – Di um genere di Radiolari caratteristico del Secondario. *Memorie dell'Istituto geologico della R. Università di Padova*, **2**: 249-306.
- THOMAS, E. 2003. Extinction and food at the seafloor: A high-resolution benthic foraminiferal record across the Initial Eocene Thermal Maximum, Southern Ocean Site 690. In: *Geological Society of America Special Paper*. © 2003 Geological Society of America, 319-332

- TRIPATI, A. & ELDERFIELD, H. 2005. Deep-Sea Temperature and Circulation Changes at the Paleocene-Eocene Thermal Maximum. *Science*, **308**(5730): 1894-1898.
- WING, S.L., HARRINGTON, G.J., SMITH, F.A., BLOCH, J.I., BOYER, D.M. & FREEMAN, K.H. 2005. Transient Floral Change and Rapid Global Warming at the Paleocene-Eocene Boundary. *Science*, **310**(5750): 993-996.
- WEAVER F. M. & DINKELMAN, M. G. 1978. Cenozoic radiolarians from the Blake Plateau and the Blake Bahama Basin, DSDP Leg 44. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project.*, **44**, 865-86.
- ZACHOS, J.C., WARREN, M.W., BOHATY, S., DELANEY, M.L., PETRIZZO, M.R., BRILL, A., BRALOWER, T.J. & PREMOLI SILVA, I. 2003. A transient rise in tropical sea surface temperature during the Paleocene-Eocene thermal maximum. *Science*, **302**: 1151-1154.

## **APÊNDICES**

APÊNDICE A: Descrição das amostras do Poço 4 testemunho 1

APÊNDICE B: Descrição das amostras do Poço 4 testemunho 2

APÊNDICE C: Perfil litoestratigráfico dos Testemunhos 1 e 2

APÊNDICE D: Estampas 1 e 2 dos táxons fotografados com auxílio do MEV

## **APÊNDICE A: Descrição das amostras do Poço 4 testemunho 1**

### **Amostra 1/7**

Profundidade: 2385,72 – 2385,82m (Amostra Radiolários – 2385,77m)

Descrição: Arenito muito fino, siltico, oliva pálido (10Y 6/2), sem estrutura visível.

Apresenta alguns grânulos dispersos.

Reação positiva ao HCl 10%

### **Amostra 2/7**

Profundidade: 2385,90 – 2386,00m (Amostra Radiolários – 2385,95m)

Descrição: Siltito, cinza oliva claro (5Y 6/1), sem estrutura visível.

Reação positiva ao HCl 10% (fraca)

### **Amostra 2/7**

Profundidade: 2386,67 – 2386,77m (Amostra Radiolários – 2386,72m)

Descrição: Arenito fino, siltico, cinza oliva claro (5Y 6/1), sem estrutura visível.

Não reage ao HCl 10%

### **Amostra 3/7**

Profundidade: 2386,80 – 2386,90m (Amostra Radiolários – 2386,85m)

Descrição: Siltito argiloso, oliva pálido (10Y 6/2), finamente laminado.

Reação positiva ao HCl 10% (principalmente nas amostras de radiolários)

### **Amostra 3/7**

Profundidade: 2387,18 – 2387,28m (Amostra Radiolários – 2387,23m)

Descrição: Folhelho arenoso, cinza oliva (5Y 5/2).

Reação positiva ao HCl 10% (fraca)

### **Amostra 3/7**

Profundidade: 2387,60 – 2387,70m (Amostra Radiolários – 2387,65m)

Descrição: Folhelho arenoso, cinza oliva (5Y 5/2).

Reação positiva ao HCl 10%

### **Amostra 4/7**

Profundidade: 2387,70 – 2387,80m (Amostra Radiolários – 2387,75m)

Descrição: Folhelho arenoso, cinza oliva (5Y 5/2).

Reação positiva ao HCl 10%

### **Amostra 4/7**

Profundidade: 2388,41 – 2388,51m (Amostra Radiolários – 2388,46m)

Descrição: Arenito muito fino, cinza amarelado (5Y 7/2), laminação plana pouco definida.

Não reage ao HCl 10%

### **Amostra 5/7**

Profundidade: 2388,65 – 2388,75m (Amostra Radiolários – 2388,70m)

Descrição: Arenito muito fino, siltico, cinza amarelado (5Y 7/2), laminação plana pouco definida, micáceo.

Não reage ao HCl 10%

**Amostra 5/7**

Profundidade: 2389,29 – 2389,39m (Amostra Radiolários – 2389,34m)

Descrição: Arenito muito fino, cinza amarelado (5Y 7/2), laminação plana pouco definida.

Não reage ao HCl 10%

**Amostra 6/7**

Profundidade: 2389,52 – 2389,62m (Amostra Radiolários – 2389,57m)

Descrição: Arenito muito fino, síltico, cinza amarelado (5Y 7/2), laminação plana pouco definida, micáceo.

Não reage ao HCl 10%

**Amostra 6/7**

Profundidade: 2390,08 – 2390,18m (Amostra Radiolários – 2390,13m)

Descrição: Arenito muito fino, síltico, cinza amarelado (5Y 7/2), laminação plana pouco definida.

Não reage ao HCl 10%

**Amostra 7/7**

Profundidade: 2390,40 – 2390,50m (Amostra Radiolários – 2390,45m)

Descrição: Siltito, cinza amarelado (5Y 7/2), sem estrutura visível.

Não reage ao HCl 10%

## **APÊNDICE B: Descrição das amostras do Poço 4 testemunho 2**

### **Amostra 1/11**

Profundidade: 2394,87 – 2394,97m (Amostra Radiolários – 2394,92m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, oliva pálido (10Y 6/2), sem estrutura visível.

Apresenta alguns grânulos de pirita dispersos.

Reação positiva ao HCl 10%

As amostras para Radiolários contêm seixo de rocha básica alterado.

### **Amostra 2/11**

Profundidade: 2394,93 – 2395,03m (Amostra Radiolários – 2394,98m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, oliva pálido (10Y 6/2), sem estrutura visível.

Apresenta alguns grânulos de pirita dispersos.

Reação positiva ao HCl 10% (fraco), exceto nas amostras para Radiolários.

### **Amostra 2/11**

Profundidade: 2395,28 – 2395,38m (Amostra Radiolários – 2395,33m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, oliva pálido (10Y 6/2), sem estrutura visível.

Apresenta grânulos de pirita dispersos.

Reação positiva ao HCl 10%

### **Amostra 2/11**

Profundidade: 2395,65 – 2395,75m (Amostra Radiolários – 2395,70m)

Descrição: Argilito com fragmentos de conchas, verde amarelado escuro (5GY 5/2), com laminação plana.

Reação positiva ao HCl 10%

As amostras para Radiolários contêm seixo de rocha básica alterado com pirita.

### **Amostra 3/11**

Profundidade: 2396,23 – 2396,33m (Amostra Radiolários – 2396,28m)

Descrição: Siltito arenoso, cinza oliva claro (5Y 6/1), sem estrutura visível, apresentando seixo de 3cm de rocha não identificada, possíveis icnofósseis.

Não reage ao HCl 10%

### **Amostra 3/11**

Profundidade: 2396,55 – 2396,65m (Amostra Radiolários – 2396,60m)

Descrição: Siltito arenoso, cinza oliva claro (5Y 6/1), sem estrutura visível.

Não reage ao HCl 10%

### **Amostra 4/11**

Profundidade: 2396,72 – 2396,82m (Amostra Radiolários – 2396,77m)

Descrição: Siltito arenoso, cinza oliva claro (5Y 6/1), sem estrutura visível.

Não reage ao HCl 10%

### **Amostra 4/11**

Profundidade: 2397,10 – 2397,20m (Amostra Radiolários – 2397,15m)

Descrição: Siltito arenoso, cinza oliva claro (5Y 6/1), sem estrutura visível.

Não reage ao HCl 10%



**Amostra 4/11**

Profundidade: 2397,48 – 2397,58m (Amostra Radiolários – 2397,53m)

Descrição: Argilito laminado, oliva pálido (10Y 6/2), com lentes de areia.

Reação positiva ao HCl 10%

**Amostra 5/11**

Profundidade: 2397,60 – 2397,70m (Amostra Radiolários – 2397,65m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, oliva pálido (10Y 6/2), laminação plana.

Apresenta grânulos de pirita dispersos.

Reação positiva ao HCl 10%

**Amostra 5/11**

Profundidade: 2398,00 – 2398,10m (Amostra Radiolários – 2398,05m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, oliva pálido (10Y 6/2), laminação plana.

Reação positiva ao HCl 10%

**Amostra 5/11**

Profundidade: 2398,32 – 2398,42m (Amostra Radiolários – 2398,37m)

Descrição: Argilito laminado, verde amarelado escuro (5GY 5/2).

Reação positiva ao HCl 10%

**Amostra 6/11**

Profundidade: 2398,53 – 2398,63m (Amostra Radiolários – 2398,58m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, oliva pálido (10Y 6/2), sem estrutura visível.

Reação positiva ao HCl 10%

**Amostra 6/11**

Profundidade: 2399,29 – 2399,39m (Amostra Radiolários – 2399,34m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, cinza oliva claro (5Y 5/2), sem estrutura visível.

Não reage ao HCl 10%

**Amostra 7/11**

Profundidade: 2399,50 – 2399,60m (Amostra Radiolários – 2399,55m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, cinza oliva claro (5Y 5/2), sem estrutura visível.

Reação positiva ao HCl 10%

**Amostra 7/11**

Profundidade: 2400,18 – 2400,28m (Amostra Radiolários – 2400,23m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, cinza amarelado (5Y 7/2), laminação incipiente.

Não reage ao HCl 10%

**Amostra 7/11**

Profundidade: 2400,34 – 2400,44m (Amostra Radiolários – 2400,39m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, cinza amarelado (5Y 7/2), com laminação incipiente.

Não reage ao HCl 10%

**Amostra 8/11**

Profundidade: 2400,82 – 2400,92m (Amostra Radiolários – 2400,87m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, amarelo escuro (5Y 6/4), sem estrutura visível.

Reação positiva ao HCl 10%

**Amostra 9/11**

Profundidade: 2401,23 – 2401,33m (Amostra Radiolários – 2401,28m)

Descrição: Arenito muito fino, amarelo escuro (5Y 6/4), sem estrutura visível.

Apresenta alguns grânulos de pirita dispersos.

Reação positiva ao HCl 10% (fraca)

**Amostra 9/11**

Profundidade: 2401,97 – 2402,07m (Amostra Radiolários – 2402,02m)

Descrição: Siltito arenoso, oliva pálido (10Y 6/2), finamente laminado.

Reação positiva ao HCl 10%

**Amostra 10/11**

Profundidade: 2402,14 – 2402,24m (Amostra Radiolários – 2402,19m)

Descrição: Siltito arenoso, oliva pálido (10Y 6/2), laminado.

Reação positiva ao HCl 10%

**Amostra 10/11**

Profundidade: 2402,82 – 2402,92m (Amostra Radiolários – 2402,87m)

Descrição: Arenito lamoso, amarelo escuro (5Y 6/4), sem estrutura visível.

Reação positiva ao HCl 10% (fraca)

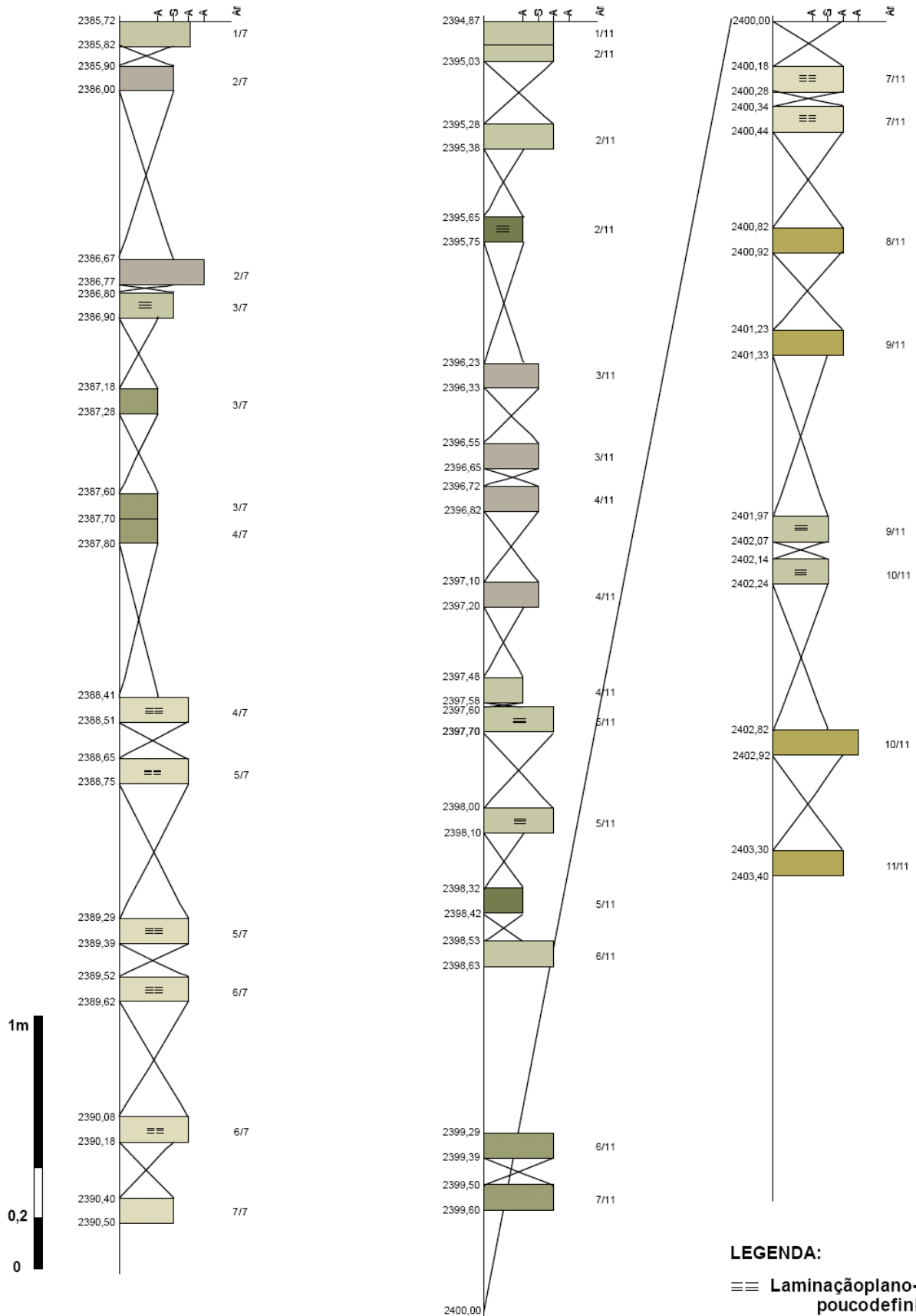
**Amostra 11/11**

Profundidade: 2403,30 – 2403,40m (Amostra Radiolários – 2403,35m)

Descrição: Arenito muito fino, lamoso, amarelo escuro (5Y 6/4), sem estrutura visível.

Reação positiva ao HCl 10% (fraca)

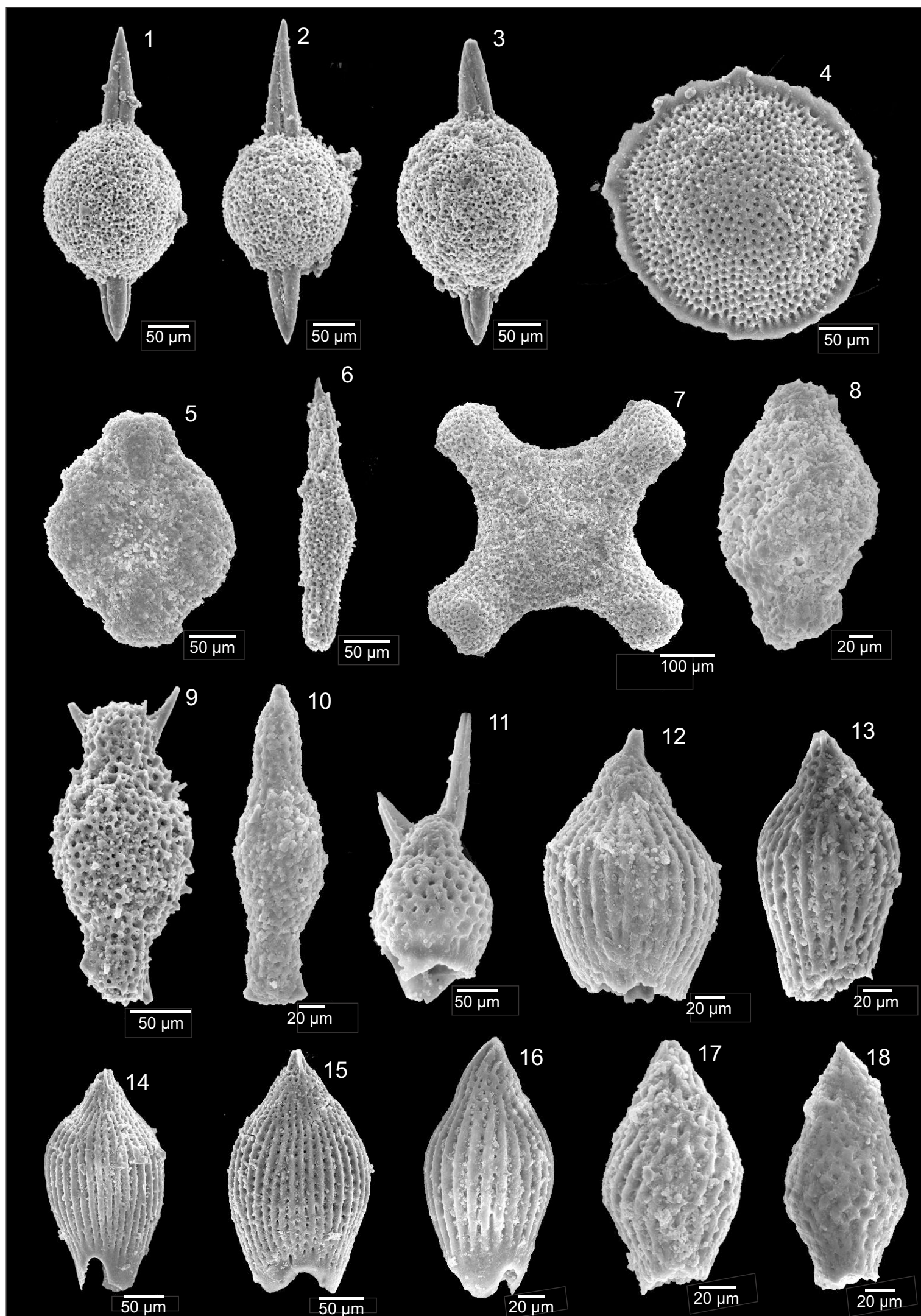
### APÊNDICE C: Perfil litoestratigráfico do Poço 4 , testemunhos 1 e 2



**APÊNDICE D:** Estampas 1 e 2 dos táxons fotografados com auxílio do MEV

**Estampa 1**

- 1-3** *Stylosphaera coronata* Poço 4 T2 - 2397,53m
- 4** *Lithocyclia ocellus* Poço 4 T2 - 2397,53m
- 5** *Stylotrochus quadribrachiatus* Poço 4 T2 - 2396,60m
- 6** *Amphymenium splendiararmatum* Poço 4 T2 - 2397,53m
- 7** *Histiastrum quarternarium* Poço 4 T2 - 2402,19m
- 8** *Spongurus irregularis* Poço 4 T2 - 2400,23m
- 9** *Amphicraspedum murrayanum* Poço 4 T2 - 2397,53m
- 10** *Amphicraspedum prolixum* Poço 4 T2 - 2398,58m
- 11** *Lophophaena auriculaleporis* Poço 4 T1 - 2387,75m
- 12** *Podocyrtis fasciolata* Poço 4 T2 - 2398,37m
- 13** *Podocyrtis (Podocyrtoges) diamesa* Poço 4 T1 - 2386,45m
- 14** *Podocyrtis lingulata* Poço 4 T2 - 2397,53m
- 15** *Podocyrtis papalis* Poço 4 T2 - 2397,53m
- 16** *Podocyrtis papalis* Poço 4 T2 - 2400,39m
- 17** *Buryella clinata* Poço 4 T2 - 2396,60m
- 18** *Buryella clinata* Poço 4 T2 - 2402,87m



**Estampa 2**

- 1 *Calocyclomma castum* Poço 4 T2 - 2395,70m
- 2 *Phormocyrtis striata exquisita* Poço 4 T2 - 2397,53m
- 3 *Phormocyrtis striata striata* Poço 4 T2 - 2403,35m
- 4 *Lamptonium fabaeforme constrictum* Poço 4 T2 - 2402,19m
- 5 *Lamptonium penatum* Poço 4 T1 - 2388,70m
- 6 *Lamptonium* sp. Poço 4 T2 - 2397,53m
- 7 *Thyrsocyrtis hirsuta* Poço 4 T2 - 2395,70m
- 8 *Thyrsocyrtis* sp. Poço 4 T2 - 2402,19m
- 9 *Theocotylisha alpha* Poço 4 T2 - 2397,53m
- 10 *Theocotylisha alpha* Poço 4 T2 - 2395,70m
- 11 *Theocotylisha ficus* Poço 4 T2 - 2400,39m
- 12 *Theocotylisha fimbria* Poço 4 T2 - 2397,53m
- 13 *Eusyringium lagena* Poço 4 T2 - 2399,34m
- 14 *Lithochytris archae* Poço 4 T2 - 2397,53m
- 15 *Lithochytris archae* Poço 4 T2 - 2396,60m
- 16 *Theocorys spongoconum* Poço 4 T2 - 2401,19m
- 17 *Bekoma campechensis* Poço 4 T2 - 2402,19m



